

Acto de clausura del 75° Aniversario de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Terrassa

Investidura de Doctores Ingenieros «Honoris Causa»

Discurso pronunciado por el Prof. Dr. Franz Monfort

Las fibras textiles son, ciertamente, bien conocidas de los textilólogos, pero algunas reflexiones sobre su comportamiento en las máquinas no son probablemente inútiles.

Pasamos con tanta frecuencia delante de las máquinas textiles que, finalmente, ellas nos resultan tan familiares que nos interesamos más por su ajuste, por su mantenimiento, por la sustitución de las piezas rotas, que por los principios fundamentales de su acción sobre las fibras.

Los millones de fibras que constituyen cada lote, se desplazan progresivamente desde la carda hacia la máquina de hilar, al menos en la fabricación clásica; y nos resulta sin interés constatar que el número de grados de libertad, casi infinito al comienzo, se queda reducido a tres en la formación de la cinta de carda, y se reducirá a uno a partir de la cinta peinada, pudiendo considerarse el desplazamiento como paralelo al eje general de la cinta o de la mecha.

Puede decirse que resulta una función asombrosa la transformación que se realiza en la carda, donde, partiendo a la entrada de un conjunto discontinuo de copos de fibras, se llega en su salida a una gruesa mecha o cinta, que es el lejano ancestral del hilado a que después dará lugar. Cuando este hilado quede constituido, las fibras aprisionadas por la torsión no tienen ya ninguna posibilidad de desplazamiento relativo. Se debe, así, tener una cierta admiración por el genio inventivo del hombre que, en el curso de los siglos ha creado máquinas textiles que reducen progresivamente el carácter anárquico de la cohorte de fibras, para llegar a un conjunto ordenado bajo una disciplina absolutamente militar.

Sin embargo, cada vez que se pronuncia una expresión tal como "conjunto de fibras de un lote", el estadístico se siente aludido. Pascal ya fue consciente de la noción de probabilidad en el curso del año 1654, doblemente célebre por la famosa noche reveladora, de una parte, pero también por la visita del caballero de Méré, en cuanto a las cuestiones sobre los juegos de azar. Bastante más tarde, hacia 1880, el desgraciado Jorge Cantor comenzaba a construir la teoría de conjuntos. Cosa curiosa: fue necesario aún esperar unos 50 años para soñar con reunir estas dos teorías, las probabilidades y los conjuntos,

lo que debía conducir en 1933 a los tres axiomas de Kolmogorov, tan simples y tan evidentes, que han permitido el desarrollo del Cálculo de Probabilidades bajo una forma enteramente axiomática.

Hay aquí, ciertamente, una herencia de los pensamientos del siglo XIX sobre los fundamentos de la Aritmética y de la Geometría, donde la obra de Gilbert es un reflejo de los más profundos.

Pero volvamos a los conjuntos de fibras. Estas fibras son susceptibles de desplazarse, por ejemplo, en el curso del tiempo, bajo la acción de esfuerzos, y de tomar una sucesión de "estados" como dicen los físicos. El paso de un estado a otro es una "transición" y, desde hace tiempo los estadísticos se interesan sobre el carácter puramente aleatorio de estas transiciones. Se reconoce en esta distinción la noción de "proceso estocástico". El estudio de los procesos aleatorios ha conducido hoy a un capítulo vasto y arduo, repleto de contribuciones matemáticas brillantes. Se ha venido a ver que estos procesos estocásticos han llegado a los campos más diversos; por ejemplo, el itinerario de las epidemias, la transmisión de las señales electromagnéticas, la evolución de las colas de espera, la proliferación de las células biológicas y, también, el comportamiento de las fibras en las máquinas textiles.

En la lista de los procesos estocásticos, dos de entre ellos aparecen más importantes que los otros: los de Markov y los de Poisson. Los de Markov, el mejor alumno de Tchebychev, con Liapounov, es célebre hoy por el estudio de los procesos sin memoria. Para darse cuenta fácilmente de una cadena de Markov, se puede imaginar los diferentes recorridos de una rata sin inteligencia ni memoria en un laberinto, cuando el paso de una de sus células a otra depende de una probabilidad.

Parece, por otra parte, que un beodo que pasa de un estado de equilibrio inestable a otro, sigue también un proceso de Markov.

Markov se habría asombrado de conocer todo esto. El no atribuía ninguna importancia a este estudio que le había sido sugerido, según decía, por la alternancia de las consonantes y vocales en la lectura del texto de "Eugène Oneguine" de Pouchkine. El no veía ninguna aplicación y después de su publicación en 1907, volvió a sus preocupaciones concernientes a las fracciones continuas, la teoría de los números y algunas cuestiones estadísticas.

Se ha podido mostrar que el tambor, los cilindros trabajadores y el cilindro peñador de la carda, constituyen diferentes "estados" sobre esta máquina, para una fibra que la atraviesa. El paso de uno a otro de estos estados, está asociado a una probabilidad de transición, dependiente de los ajustes y en particular de la separación entre los órganos. La carda puede ser descrita por una matriz estocástica, y una fibra sigue así un proceso markoviano.

Se dispone, pues, de un modelo matemático que describe la circulación de las fibras; y la validez experimental de este modelo ha sido satisfactoria hasta tal punto, que se puede afirmar que se conocen hoy las leyes del azar que describen el recorrido de las fibras sobre esta enorme máquina que es la carda.

Evidentemente, a la salida, las fibras constituyen ya una cinta; el proceso markoviano ha terminado. ¿Cuáles serán a partir de aquí, las reglas de comportamiento de las fibras en las cintas y las mechas, hasta llegar al hilado?

Supervisando esta parte de la fabricación, se percibe que puede ser descrita, después de la peinadora, como una sucesión de pares de cilindros estiradores. La acción visible de estos es la de reducir progresivamente la masa lineal de las cintas y de las mechas, reunidas o no, para llegar al título fijado de la mecha final. Pero este efecto es macroscópico.

La otra función de los cilindros estiradores es la de destruir una importante irregularidad de sección introducida por el mecanismo de la peinadora. En efecto, se sabe que la peinadora fabrica una cinta de estructura estrictamente periódica, además de la limpieza de impurezas de la cinta de reunidora. Y es curioso constatar que el textilólogo ha introducido, paradójicamente él mismo, en la cinta de peinadora, una irregularidad considerable y que se debe esforzar para hacerla desaparecer seguidamente.

No se ha inventado aún la máquina que produjera una mecha constituida por un número de fibras constante en sección normal; sería necesario imaginar este mecha como una serie de filas paralelas en cada una de las cuales las fibras se sucederían extremo con extremo. En defecto de este producto irrealizable, los técnicos saben que, desde la peinadora hasta el último paso de preparación, las mechas deben tender hacia una estructura idealizada, donde las cabezas de fibras serían repartidas al azar a lo largo del eje de la mecha.

Este modelo, muy estudiado en las últimas décadas, no se alcanza inmediatamente. Se ha podido poner en evidencia el papel, digamos microscópico, de cada par de cilindros estiradores. Su muy pequeña superficie de contacto permite, en el curso de cada intervalo de tiempo infinitamente pequeño, tomar un grupo de fibras y desplazarlo con respecto al conjunto de fibras de la mecha. Esta constatación conduce naturalmente a la idea de un proceso estocástico, llamado "proceso de Poisson en grupos". Esto requiere una explicación.

El ilustre físico y matemático Simeón Denis, Marqués de Poisson, había enunciado en 1837, en una obra célebre, una ley de distribución discreta que él llamaba ley de los acontecimientos raros, y que hoy lleva su nombre. Esta ley no tuvo aplicación hasta 1896, año en que un estadístico polaco, Ladislao Von Bortkiewicz, lo aplicó a la estadística de soldados muertos por una coz de caballo en los cuerpos del ejército prusiano. A partir de esta revelación las aplicaciones se introdujeron en todos los campos de la ciencia. Pero progresivamente, por el estudio de los procesos estocásticos, se llegó a la conclusión de que se podría imaginar un proceso muy simple de realizaciones de acontecimientos que condujeran a la formación de la ley de Poisson. Un ejemplo bien conocido de este proceso es el del examen de tráfico de circulación de una autopista, fuera de las horas-punta. El número de vehículos que pasan independientemente por un punto de la autopista durante intervalos de tiempos iguales, sigue una ley de Poisson. El proceso puede ser generado a partir de ecuaciones diferenciales. Se llega así a una amplia generalización, no prevista por el autor.

Como se ve, se dispone de nuevo de un modelo matemático que describe, esta vez, la evolución del conjunto de fibras en la preparación de la hilatura y en la máquina de hilar.

Los dos modelos, markoviano y poissoniano, en su aspecto textil, hacen pensar, a pesar de todo, en la epistemología del gran filósofo Gaston Bachelard, el cual se refiere siempre a este tema, a lo largo de su obra: que la matemática no es un simple lenguaje con el que se expresan los resultados de

la física, sino también, por el contrario, el pensamiento mismo. El papel de la matemática en el campo textil ha sido muy corrientemente olvidado y no es exagerado pretender que toda operación textil de carácter físico debería ser representada bajo una forma matemática.

Una última reflexión todavía antes de terminar. Es el hecho de que al modelo idealizado de una cinta o de una mecha, corresponde la noción del estado más probable, caracterizado por un máximo de entropía en el sentido probabilístico.

Se debe ver aquí la realización de un principio de uniformización propio de la existencia humana y expresado en termodinámica por el principio de Carnot. En la vida, las grandes fortunas, los estados muy amplios, acaban por dislocarse en un reparto más uniforme y quizás más equitativo. De igual manera, las masas de fibras, lo mismo que sus grupos, serán también disociados. Esta importancia de las leyes del azar, que contradice la idea del determinismo en física, se encuentra presente en una gran parte de la tecnología textil. Pero a esta conclusión hemos llegado bien lentamente. Esta lentitud del pensamiento científico debe conducirnos, por el contrario, a admirar a los inventores seculares de la carda y de la máquina de hilar. Sin ellos nos encontraríamos vestidos con pieles de animales.